

Illumination device for projection exposure apparatus.

Publication number: JP5283317

Publication date: 1993-10-29

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: G03F7/20; G03F7/20; (IPC1-7): H01L21/027; G03F7/20; G03F7/207

- european: G03F7/20T14; G03F7/20T16

Application number: JP19920108632 19920331

Priority number(s): JP19920108632 19920331

Also published as:



EP0564264 (A1)

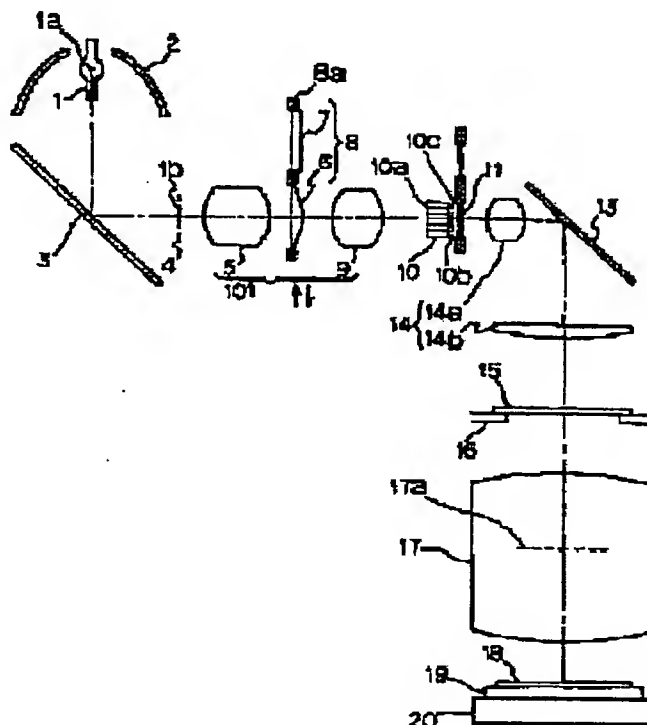
US5345292 (A1)

EP0564264 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP5283317

PURPOSE: To enable projection exposure of high resolution by selecting an optimum illumination system according to the direction or line width of a pattern shape. **CONSTITUTION:** A light emitter 1 is arranged in a vicinity of the first focus of an elliptic mirror 2: an image of the light emitter 1 is formed in a vicinity of the second focus by a light flux from the light emitter 1 via the elliptic mirror 2, and an irradiation target face is illuminated by a light flux from the image of the light emitter 1 via an optical integrator 10 that is a two-dimensional array of a plurality of microlenses. At this time, an optical device 8 which deflects an incident light flux in a given direction and can be inserted into and extracted from a light path is arranged between the elliptic mirror 2 and the optical integrator 10 so that the distribution of light intensity of the incidence face of the optical integrator 10 may be altered.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-283317

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7818-2H		
7/207	H	7818-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 S
		7352-4M		3 1 1 L
審査請求 未請求 請求項の数13(全 15 頁)				

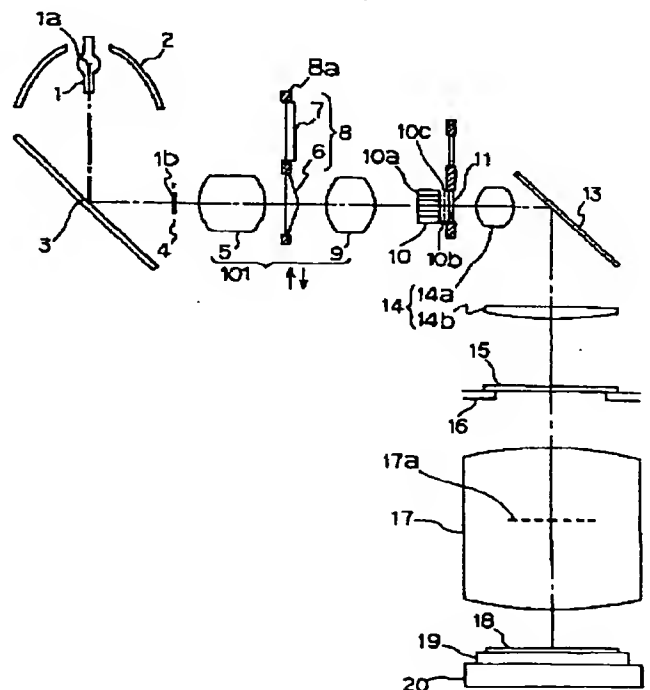
(21)出願番号	特願平4-108632	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成4年(1992)3月31日	(72)発明者	塩澤 崇永 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ ヤノン株式会社小杉事業所内
		(72)発明者	村木 真人 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ ヤノン株式会社小杉事業所内
		(72)発明者	石井 弘之 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ ヤノン株式会社小杉事業所内
		(74)代理人	弁理士 高梨 幸雄
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 照明装置及びそれを用いた投影露光装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 パターン形状の方向や線幅等により最適な照明系を選択して高解像力の投影露光が可能な半導体素子の製造に好適な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を得ること。

【構成】 楕円鏡2の第1焦点近傍に発光部1を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオプティカルインテグレータ10を介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたこと。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項 2】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項 3】 光源からの光束で複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項 4】 前記オブティカルインテグレータの入射面への光束の入射角度を変更する変更手段を有していることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 の照明装置。

【請求項 5】 前記オブティカルインテグレータの射出面近傍に中心部に比べ周辺部で多くの光を通過させる絞り部材を着脱可能に配置したことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 の照明装置。

【請求項 6】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第 1 物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第 2 物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項 7】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を

結像系により複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第 1 物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第 2 物体面上に投影露光する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項 8】 光源からの光束で複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第 1 物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により第 2 物体面上に投影露光する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項 9】 前記オブティカルインテグレータの入射面への光束の入射角度を変更する変更手段を有していることを特徴とする請求項 6、7 又は 8 の投影露光装置。

【請求項 10】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも 2 つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第 1 の状態と、中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第 2 の状態とを選択するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項 11】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを 2 次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも 2 つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第 1 の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第 2 の状態とを選択するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項 12】 楕円鏡の第 1 焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第 2 焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像か

10

20

30

40

50

らの光束で複数の微小レンズを２次的に配列したオプティカルインテグレータを介して第１物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第２物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも２つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第１の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第２の状態とを

選択するようにしたことを特徴とする投影露光装置。
 【請求項 1 3】 楕円鏡の第１焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第２焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを２次的に配列したオプティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オプティカルインテグレータの射出面からの光束で第１物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第２物体面上に投影露光する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関し、具体的には半導体素子の製造装置である所謂ステッパーにおいてレチクル面上のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】最近の半導体素子の製造技術の進展は目覚ましく、又それに伴う微細加工技術の進展も著しい。特に光加工技術は１ＭＤＲＡＭの半導体素子の製造を境にサブミクロンの解像力を有する微細加工の技術まで達している。解像力を向上させる手段としてこれまで多くの場合、露光波長を固定して、光学系のＮＡ（開口数）を大きくしていく方法を用いていた。しかし最近では露光波長をｇ線からｉ線に変えて、超高圧水銀灯を用いた露光法により解像力を向上させる試みも種々と行なわれている。

【０００３】露光波長としてｇ線やｉ線を用いる方法の発展と共にレジストプロセスも同様に発展してきた。この光学系とプロセスの両者が相まって、光リソグラフィが急激に進歩してきた。

【０００４】一般にステッパーの焦点深度はＮＡの２乗

に反比例することが知られている。この為サブミクロンの解像力を得ようとする、それと共に焦点深度が浅くなってくるという問題点が生じてくる。

【０００５】これに対してエキシマレーザに代表される更に短い波長の光を用いることにより解像力の向上を図る方法が種々と提案されている。短波長の光を用いる効果は一般に波長に反比例する効果を持っていることが知られており、波長を短くした分だけ焦点深度は深くなる。

【０００６】短波長化の光を用いる他に解像力を向上させる方法として位相シフトマスクを用いる方法（位相シフト法）が種々と提案されている。この方法は従来のマスクの一部に、他の部分とは通過光に対して１８０度の位相差を与える薄膜を形成し、解像力を向上させようとするものであり、ＩＢＭ社（米国）のLevensonらにより提案されている。解像力ＲＰは波長をλ、パラメータを k_1 、開口数をＮＡとすると一般に式

$$R P = k_1 \lambda / N A$$

で示される。通常０．７～０．８が実用域とされるパラメータ k_1 は、位相シフト法によれば０．３５ぐらい迄大幅に改善できることが知られている。

【０００７】位相シフト法には種々のものが知られており、それらは例えば日系マイクロデバイス１９９０年７月号１０８ページ以降の福田等の論文に詳しく記載されている。

【０００８】しかしながら実際に空間周波数変調型の位相シフトマスクを用いて解像力を向上させるためには未だ多くの問題点が残っている。例えば現状で問題点となっているものとして以下のものがある。

(イ)．位相シフト膜を形成する技術が未確立。

(ロ)．位相シフト膜用の最適なＣＡＤの開発が未確立。

(ハ)．位相シフト膜を付けられないパターンの存在。

(ニ)．(ハ)に関連してネガ型レジストを使用せざるをえないこと。

(ホ)．検査、修正技術が未確立。

【０００９】このため実際に、この位相シフトマスクを利用して半導体素子を製造するには様々な障害があり、現在のところ大変困難である。

【００１０】これに対して本出願人は照明装置を適切に構成することにより、より解像力を高めた露光方法及びそれを用いた露光装置を特願平３－２８６３１号（平成３年２月２２日出願）で提案している。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】本出願人が先に提案した露光装置においては主として k_1 ファクターが０．５付近の空間周波数が高い領域に注目した照明系を用いている。この照明系は空間周波数が高いところでは焦点深度が深い。

【００１２】実際の半導体集積回路の製造工程はパター

ンの高い解像性能が必要とされる工程、それほどパターン
の解像性能は必要とされない工程と種々様々である。
従って現在求められているのは各工程独自に求められる
解像性能への要求に対応できる投影露光装置である。

【0013】本発明は投影焼き付けを行なう対象とする
パターン形状及び解像線幅に応じて適切な照明方法を
その都度適用し、即ち最大20を越える工程数を有する
集積回路製造工程に対応するため、従来型の照明系と高
解像型の照明系を目的に応じて光束の有効利用を図りつ
つ容易に切り替えることができ、高い解像力が容易に得
られる照明装置及びそれをを用いた投影露光装置の提供を
目的とする。

【0014】又、上記とは異なる高解像力の露光方法と
して輪帯照明を利用したものが特開昭61-91622
号公報で提案されている。同公報では輪帯照明と通常照
明との切替の際に光線の利用効率を落とさない方法とし
て、オプティカルインテグレータの前に円錐レンズを着
脱可能とし、オプティカルインテグレータに入る光の分
布を円錐レンズの着脱により周辺円輪状と中央集中型と
に切り替え可能としている。

【0015】しかしながらこの方法は、輪帯照明には効
果があるが、本出願人が先に提案した照明装置には余り
効果がない。又オプティカルインテグレータに入る光の
分布を周辺円輪状から中央集中型にする提案が特開昭5
8-81813号公報、特開昭58-43416号公
報、特開昭58-160914号公報、特開昭59-1
43146号公報で提案されているが、これらの照明装
置は輪帯照明には効果があるが、本出願人が先に提案し
た照明装置には余り効果がない。

【0016】本発明は、輪帯照明だけではなく、本出願
人が先に提案したパターン形状に応じて照明方法を変え
る照明装置にも光束の利用効率を低下させないで照明す
ることができる照明装置及びそれをを用いた投影露光装置
の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の照明装置は、

(1-イ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該
発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦
点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光
束で複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカル
インテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕
円鏡とオプティカルインテグレータとの間に入射光束を
所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を
配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強
度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0018】(1-ロ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部
を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕
円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部
の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列
したオプティカルインテグレータの入射面に結像させ、

該オプティカルインテグレータの射出面からの光束で被
照射面を照明する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を
所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を
配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強
度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0019】(1-ハ) 光源からの光束で複数の微小レ
ンズを2次的に配列したオプティカルインテグレータ
を介して被照射面を照明する際、該光源とオプティカル
インテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させ
る光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子
により該オプティカルインテグレータの入射面の光強度
分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0020】(1-ニ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部
を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕
円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部
の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列した
オプティカルインテグレータを介して被照射面を照明
する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレータとの間
に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能
な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配
置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度
が中心部分が強い回転対称の第1の状態と、中心部分に
比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択
するようにしたことを特徴としている。

【0021】(1-ホ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部
を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕
円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部
の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列
したオプティカルインテグレータの入射面に結像させ、
該オプティカルインテグレータの射出面からの光束で被
照射面を照明する際、該結像系の一部に入射光束を所定
方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つ
のプリズム部材を有する光学素子を配置して該オプティ
カルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い
回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強
い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを
特徴としている。

【0022】又本発明の投影露光装置は、

(1-ヘ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該
発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦
点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光
束で複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカル
インテグレータを介して第1物体面上のパターンを照
明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に
投影露光する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレー
タとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より
挿脱可能な光学素子を配置して該オプティカルインテグ
レータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の
瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0023】(1-ト) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部

を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0024】(1-チ)光源からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0025】(1-リ)楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0026】(1-ヌ)楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0027】

【実施例】図1は本発明の照明装置及びそれを用いた投影露光装置の一実施例を示す概略構成図であり、ステップと呼称される縮小型の投影型露光装置に本発明を適用した例である。

【0028】図中1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高圧水銀灯等の光源でその発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍に配置している。

【0029】光源1より発した光が楕円ミラー2によって集光され、コールドミラー3で反射して楕円ミラー2の第2焦点近傍4に発光部1aの像(発光部像)1bを形成している。コールドミラー3は多層膜より成り、主に赤外光を透過させると共に紫外光を反射させている。

【0030】101は結像系であり、2つのレンズ系5、9を有しており、第2焦点近傍4に形成した発光部像1bを後述する光学素子8を介してオブティカルインテグレータ10の入射面10aに結像している。光学素子8は入射光束を所定方向に変更させる円錐プリズムより成るプリズム部材6と入射光束をそのまま射出させる平行平板7とを有している。

【0031】8aは保持部材であり、光学素子8のプリズム部材6と平行平板7を光路中に選択的に切替え配置するように構成している。平行平板7が光路中にあるときは結像系101は射出側でテレセントリックとなっている。光学素子8は結像系101の瞳面近傍に位置している。

【0032】オブティカルインテグレータ10は複数の微小レンズを2次的に配列して構成しており、その射出面10b近傍に2次光源10cを形成している。11は絞り部材であり、複数の開口部材を有しその開口形状が光路中で切替えられる機構を有している。絞り部材11は2次光源10cに対して、離散している2次光源が重なり合わない領域に配置している。

【0033】14aはレンズ系であり、オブティカルインテグレータ10の射出面10bからの光束を集光し、絞り部材11とミラー13を介してコリメータレンズ14bと共にレチクルステージ16に載置した被照射面であるレチクル15を照明している。レンズ系14aとコリメータレンズ14bは集光レンズ14を構成している。

【0034】17は投影光学系であり、レチクル15に描かれたパターンをウエハチャック19に載置したウエハ18面上に縮小投影している。20はウエハステージであり、ウエハチャック19を載置している。本実施例ではオブティカルインテグレータ10の射出面10b近傍の2次光源10cは集光レンズ14により投影光学系17の瞳17a近傍に形成されている。

【0035】本実施例ではレチクル15のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて光学素子8のプリズム部材6、又は平行平板7を選択的に光路中に切り変えると共に必要に応じて絞り部材11の開口形状を変化させてい

る。これにより投影光学系 17 の瞳面 17 a に形成される 2 次光源像の光強度分布を変化させて前述の特願平 3-28631 号で提案した照明方法と同様にして高解像度が可能で投影露光を行なっている。

【0036】次に本実施例において光学素子 8 を利用することによりオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布を変更すると共に投影光学系 17 の瞳面 17 a に形成される 2 次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0037】図 2、図 3 は各々図 1 の楕円鏡 2 からオブティカルインテグレータ 10 に至る光路を展開した時の要部概略図である。図 2、図 3 ではミラー 3 は省略している。図 2、図 3 では、光学素子 8 の各要素 6、7 を切り替えてオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布を変更させている場合を示している。

【0038】図 2 は光学素子 8 のうちの平行平板 7 を光路中に配置した場合を、図 3 では光学素子 8 のうちのプリズム部材 6 を光路中に配置した場合を示している。

【0039】図 2 の照明系は主に高解像力をあまり必要とせず焦点深度を深くした投影を行う場合（第 1 の状態）であり、従来と同じ照明方法である。図 3 の照明系は本発明の特徴とする主に高解像力を必要とする投影を行う場合（第 2 の状態）である。

【0040】図 2 (C)、図 3 (C) はそれぞれオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a における光強度分布を模式的に示している。図中斜線の部分が他の領域に比べ光強度が強い領域である。図 2 (B)、図 3

(B) はそれぞれ図 2 (C)、図 3 (C) に示す X 軸方向に沿った光強度 I の分布を示した説明図である。

【0041】図 2 では光学素子 8 の平行平板 7 を光路中に配置し、楕円鏡 2 の第 2 焦点 4 に形成した発光部像 1 b を結像系 101 によりオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a に結像させている。このとき図 2

(B) に示すように、オブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a での X 方向の光強度分布は、略ガウス型の回転対称となっている。

【0042】図 3 では光学素子 8 のプリズム部材 6 を光路中に配置しオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a での光強度分布は図 3 (B)、図 3 (C) に示すように、光軸部分が弱く周辺で強いリング状の光強度分布となっている。以下にこの理由について説明する。

【0043】図 4 は図 2 (A) の平行平板 7 とレンズ系 9 そしてオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a との配置を模式的に示したものである。本実施例においては平行平板 7 とレンズ系 9 の前側主点位置及びレンズ系 9 の後側主点位置とオブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光学的距離は、レンズ系 9 の焦点距離を f_0 とすると、それぞれ距離 f_0 となるように配置している。

【0044】このとき平行平板 7 を角度 α_0 で射出する

光束の入射面 10 a への光軸からの入射高 t_1 は、

$$t_1 = f_0 \cdot \tan \alpha_0$$

となる。平行平板 7 を通過する最外側の光束の光軸からの高さを S_0 とするとオブティカルインテグレータ入射面 10 a への入射角 β は、

【0045】

【数 1】

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{S_0}{f_0} \right)$$

となる。

【0046】従って、平行平板 7 の位置（レンズ系 9 の前側焦点面）において光束の角度を振った時、オブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a への入射角を変えずに入射位置のみを変えることができる。

【0047】本実施例では以上の光学原理により、平行平板 7 から円錐プリズムより成るプリズム部材 6 に切替えることにより、オブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a において光軸部分が弱く周辺部で強いリング状の光強度分布に変更している。

【0048】オブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a での光強度分布は投影光学系 17 の瞳面 17 a に形成される有効光源の光強度分布に対応しているため、平行平板 7 からプリズム部材 6 に切替えることにより、投影光学系 17 の瞳面上で中心部分（光軸部分）に比べて周辺部分で光強度が強い有効光源の光強度分布を形成している。

【0049】尚、本実施例においてはオブティカルインテグレータ 10 の射出面 10 b 近傍に絞り部材 11 を設けており、この絞り部材 11 は例えば複数の開口を有しその開口形状を任意に変更させることができる機構を有している。この絞り部材 11 の開口形状は、投影光学系 17 の瞳面 17 a に形成される 2 次光源像の形状に対応させている。例えば中心部に比べ周辺部で多くの光を通過させる開口を有している。

【0050】本実施例では光学素子 8 のプリズム部材 6 への切替え、もしくはプリズム部材 6 への切替えと絞り部材 11 の開口形状の変更を併用することにより、光束の有効利用をはかりつつ、所望の有効光源形状を得ている。（尚本実施例において絞り部材 11 を特に設けなくても本発明の目的を達成することはできる。）本実施例においては以上のような構成により、先の特願平 3-28631 号で提案したようにレチクル 15 のパターン of 最小線巾が比較的大きい時は従来の照明装置と同様に図 2 (A) で示す構成とし、オブティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布がガウス型となるようにしている（第 1 の状態）。

【0051】又、パターン of 最小線巾が小さい時は図 3 (A) で示す構成とし、オブティカルインテグレータ 1

0の入射面10aの光強度分布がリング状となるようにし、又絞り部材11の開口形状を変えることにより、高解像用の照明装置を実現している(第2の状態)。

【0052】尚、図2(A)の第1の状態において平行平板7を挿入しているのは、図3(A)の第2の状態ではプリズム部材6を挿入した状態と比べレンズ系5とレンズ系9との間の光路長差を最小限に抑えるためであり、プリズム部材6が薄い、又はレンズ系5とレンズ系9との間の光路長差が多少変わったところで、オプティカルインテグレータ10以降の光学性能に影響はない等の時にはこの平行平板7を省略しても良い。

【0053】図5、図6は本実施例において結像系101を構成するレンズ系9の焦点距離 f を変えたときの平行平板7を通過する光束の位置(射出高、 S_1 、 S_2)と偏向角(α_1 、 α_2)に対するオプティカルインテグレータ10の入射面10aでの入射高(光軸からの高さ t_1 、 t_2)との関係を示した説明図である。

【0054】図5においてレンズ系9の焦点距離を f_1 としたとき $t_1 = f_1 \tan \alpha_1$ が成立する。又図6においてレンズ系9の焦点距離を f_2 としたとき $t_2 = f_2 \tan \alpha_2$ が成立している。

【0055】これらの式が示すように、レンズ系9の焦点距離 f を大きくとれば、平行平板7の位置において小さい偏向角 α でオプティカルインテグレータ10の入射面10aで所定の高さの入射位置 t_1 を得ることができる。このことは、レンズ系9の焦点距離 f を大きくとれば第2の状態でのプリズム部材6の角度(プリズム角)を小さくすることができることを意味している。これによりそれだけ収差の出にくい結像系101を得ることができる。実際にはレンズ系9はプリズム部材6の大きさとの兼ね合いでプリズム角が $5^\circ \sim 20^\circ$ 程度になるような焦点距離に設定している。

【0056】本発明における光学素子8のプリズム部材6は円錐プリズムに限らず入射光束を所定方向に偏向させる部材であればどのような形状であっても良い。例えば図7(A)に示す4角錐プリズムや図8(A)に示す8角錐プリズム等の多角錐プリズムを用いても良い。

【0057】図7(B)、図8(B)は各々図7(A)、図8(A)のプリズム部材を用いた時のオプティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布を模式的に表わしている。図中斜線部分が他の部分に比べて光強度が強くなっている。

【0058】尚、本発明においてプリズム部材6は実施例1のように平行平板7とプリズム部材6の2種類の切り替えの他に3種類以上のプリズム部材と平行平板とを切り替え可能に構成してもよい。

【0059】本発明において図7(A)のような4角錐プリズムを光軸中心に回転し、時間的平滑化をすることにより、図3(C)のようなリング状の光強度分布を作ってもよい。

【0060】又、プリズム部材を切り替えると同時に光源1を光軸方向に移動させ、光強度の強い領域の大きさを変えても良い。

【0061】図9は本発明の実施例2の一部分の要部概略図である。

【0062】本実施例では、図1の実施例1に比べてオプティカルインテグレータ10よりも前方(光源1側)の光路中にハーフミラー30を設け、結像系101からの光束の一部を光検出器31(CCDや4分割センサー等)に入射させている点が異っており、この他の構成は同じである。

【0063】本実施例ではオプティカルインテグレータ10の入射面10aにおける光強度分布を間接的に計測すると共に光強度分布をモニターするようにしている。これにより入射面10aでの光強度及び光強度分布の変動を調整している。

【0064】本実施例において例えば光学素子6を光軸に対して回転させたり、光軸に対して偏心させたりする機構を用いればオプティカルインテグレータ10の入射面10aにおける光強度分布を所望の形に変更することが可能となる。

【0065】図10は本発明の実施例3の一部分の要部概略図である。

【0066】本実施例では図1の実施例1に比べてプリズム部材6を光路中に装着すると共にオプティカルインテグレータ10の入射面10a側にレンズ系9の代わりに焦点距離の異なるレンズ系33を装着している点が異なり、その他の構成は同じである。

【0067】本実施例ではオプティカルインテグレータ10の入射面10aのより狭い領域に光を集中させて所望の形の光強度分布を得ている。

【0068】次に本実施例の光学的作用を図11、図12を用いて説明する。

【0069】図11、図12は光学素子8(プリズム部材6又は平行平板7)からオプティカルインテグレータ10までの光路を模式的に示している。図13、図14はそのときのオプティカルインテグレータ10の入射面10aにおける一方の光強度分布を示している。

【0070】図11(A)は実施例1において従来の方式の照明を行うときの配置である。一般的にオプティカルインテグレータ10に入射できる光線の角度は決まっており、図11(A)の場合その角度は θ_1 である。オプティカルインテグレータ10以前の光学系は、オプティカルインテグレータ10への入射角度が角度 θ_1 を超えないように設計される。この時のオプティカルインテグレータ10の入射面10aにおける光強度分布はラグランジェ・ヘルムホルツの不変量から集光度が制限されてしまい、例えば図13(A)よりも集光度を良くすることはできない。これ以上の集光度を得ようとすると、オプティカルインテグレータ10への入射角度が角度 θ

1 を越えてしまう。

【0071】図11(B)は実施例1においてプリズム部材6を光路中に挿入した状態である。このときの入射面10aの光強度分布を図13(B)に示す。この時の光束の入射面10aへの入射点S₁における最大入射角度は図11(A)と同じく θ_1 である。しかし実際に入射してくる光束の有効光束角度は θ_2 である。

【0072】ここで図12(A)に示すように光学素子32(プリズムやフィールドレンズ)を入射面10aの前方に入れることにより最大入射角を小さくすることができる。この時の入射面10aの光強度分布を図14(A)に示す。

【0073】ここで最大入射角に余裕ができるため、プリズム部材6からオプティカルインテグレート10までの光学系の焦点距離を短くすれば、より高い集光度を得ることができる。図12(B)はその光学原理を利用して集光度を高めた例である。この時、光強度分布は図13(B)である。図12(B)ではリング形の光強度分布を得るためにプリズム部材6のプリズム角が大きくなっている。

【0074】本実施例では以上示したようにプリズム部材6を挿入したことにより、オプティカルインテグレート10の入射面10aにおける入射角は、その最大入射角が変わらずにかたよりが生じる。そのかたよりを補正し、入射角度の最適化を行うことにより、入射角に余裕ができ、その入射角が限界入射角になるまで集光度を高めている。

【0075】その具体的な手段としてプリズム部材6からオプティカルインテグレート10までの光学系のズーム化、前記光学系の切り替え化、オプティカルインテグレート10の前方にプリズム(プリズム部材6が円錐プリズムの場合円錐プリズム、四角錐プリズムの場合四角錐プリズム)の挿入、非球面レンズの挿入、もしくはこれらの併用等が適用可能である。

【0076】図15は本発明の実施例4の一部分の要部概略図である。

【0077】本実施例では図1の実施例1に比べて光学素子8(プリズム部材6や平行平板7の位置)を結像系101の瞳からずらし、レンズ系9の焦点距離を変えてオプティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布の集光化を図っている点が異っており、その他の構成は同じである。

【0078】図15においてPはレンズ系9の瞳面を表わしている。図15(A)は実施例1での第1の状態の照明状態を示したものであり、オプティカルインテグレート10への入射角は θ である。図15(B)は実施例1で第2の状態の照明状態を示したものであり、該入射角は図11(A)と同じ θ である。この時、プリズム部材6を瞳面Pからずらし図15(C)の如くP面での光束径を小さくすると、該入射角 θ' は図11(A)、

(B)の角度 θ_2 よりも小さくできる。本実施例はこの時にレンズ系9の集点距離を変えてオプティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布の極所的集光化を図っている。

【0079】図16は本発明の実施例5の要部概略図である。

【0080】本実施例は図1の実施例1に比べて結像系101を構成するレンズ系5を削除し楕円鏡2の開口2aがレンズ系9によりオプティカルインテグレート10の入射面10aに結像するようにし、かつ光学素子8を楕円鏡2の第2焦点近傍に配置した点が異っており、その他の構成は同じである。

【0081】即ち、図1の実施例では光源1の発光部1a像をオプティカルインテグレート10の入射面10a上に形成し、光学素子8を光源1とオプティカルインテグレート10の間の楕円鏡2の開口2aの結像位置(開口2aの像の位置)近傍にもうけていた。

【0082】これに対し本実施例では楕円鏡2の開口2aの像をオプティカルインテグレート10の入射面10a上に形成し、光学素子8を光源1とオプティカルインテグレート10の間の発光部1aの結像位置(楕円鏡2の第2焦点位置)近傍に設けている。

【0083】又、本実施例ではレンズ系9の前側焦点位置と楕円鏡2の第2焦点位置とが略一致せしめられてレンズ系9により、第2焦点に形成した発光部像1bからの光をほぼ平行な光束に変換し、オプティカルインテグレート10の入射面10a上に向けている。尚、プリズム部材6が挿入されている場合、レンズ系9から4本の平行光束がオプティカルインテグレート10の入射面10a上に向けている。

【0084】図17は本発明の実施例6の要部概略図である。

【0085】本実施例は図1の実施例1に比べて光学素子8を光軸方向に少なくとも2つのプリズム部材6a、6bを配置して構成し、オプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更する際には、即ち第2の状態とするときには光学素子8(プリズム部材6a、6b)を光路中に装着すると共に結像系101を構成する一部のレンズ系9aを他のレンズ系9bと交換して軸外主光線の入射面10aへの入射角が小さくなるようにして光束の有効利用を図った点が異っており、その他の構成は同じである。

【0086】本実施例では照明方法として第1の状態では光路中にレンズ系9aを配置し(このとき光学素子8は用いていない。)オプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度が即ち投影光学系17の瞳面17aでの光強度が中心部分が強い回転対称となるようにしている。

【0087】そして光学素子8(プリズム部材6a、6b)を光路中に配置すると共にレンズ系9aの代わりに

焦点距離の異なるレンズ系 9 b を配置して第 2 の状態にしてオプティカルインテグレータ 10 a の入射面 10 a への主光線の入射角が小さくなるようにして、入射面 10 a の光強度が、即ち投影光学系 17 の瞳面 17 a での光強度が中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有するようにしている。

【0088】次に本実施例の構成上の実施例 1 と異なる特徴を中心について説明する。

【0089】図 17 においてレンズ系 5 は第 2 焦点近傍 4 に形成した発光部像 1 b からの光束を集光し、平行光束として射出している。結像系 101 (レンズ系 5 とレンズ系 9 a) は射出側でテレセントリックとなっている。集光レンズ 14 の少なくとも一部のレンズ系は光軸方向に移動可能となっており、これによりオプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布を調整している。

【0090】本実施例では、レチクル 15 のパターンの方角性及び解像線巾等に応じて、結像系 101 の一部であるレンズ系 9 a を 2 枚のプリズム部材 6 a, 6 b を含んだ光学素子 8 とレンズ系 9 b とに切り替えてオプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a での光強度分布を変えると共に、必要に応じて絞り部材 11 の開口形状を変化させ、投影光学系 17 の瞳面 17 a に形成される 2 次光源像の光強度分布を変化させている。

【0091】次に本実施例において光学素子 8 を利用することによりオプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布を変更すると共に投影光学系 17 の瞳面 17 a に形成される 2 次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0092】図 18、図 19 は各々図 17 の楕円鏡 2 からオプティカルインテグレータ 10 に至る光路を展開したときの要部概略図である。図 18、図 19 ではミラー 3 は省略している。図 18、図 19 では、光学素子 8 の各要素を切り替えてオプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布を変更させている場合を示している。

【0093】図 18 はレンズ系 9 a を光路中に配置した場合を、図 19 ではレンズ系 9 a を除去し、その代わりに光学素子 8 のプリズム部材 6 a, 6 b とレンズ系 9 b を光路中に配置した場合を示している。

【0094】図 18 の照明系は主に高解像力をあまり必要とせず焦点深度を深くした投影を行う場合 (第 1 の状態) であり、従来と同じ照明方法である。図 19 の照明系は本発明の特徴とする主に高解像力を必要とする投影を行う場合 (第 2 の状態) である。

【0095】図 18 (B)、図 19 (B) はそれぞれオプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a における光強度分布を模式的に示している。図中斜線の部分が他の領域に比べ光強度が強い領域である。同図では X 軸方向に沿った光強度 I の分布を示している。

【0096】図 20 (A), (B), (C) は図 18、図 19 の各システムにおいて、オプティカルインテグレータ 10 に入射する光線の様子を模式的に示したものである。図中、 $\pm \theta$ はオプティカルインテグレータ 10 に入射できる (オプティカルインテグレータ 10 に入射後けられずに射出できる) 光線の範囲 (角度) を示したものである。又図中格子線の部分は、オプティカルインテグレータ 10 に入射する光線のより光強度の大きい部分を表わしている。

【0097】図 18 (A) は通常の照明状態の時の光学配置を示している。この時オプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a の光強度分布は、図 18 (B) に示すようなガウス分布に近い分布になっており、その入射角度は、図 20 (A) のようになっている。この状態で高解像度用の照明を行なう場合、オプティカルインテグレータ 10 の後方又は前方に、図 21 に示すような開口 121 a を有する絞り 121 を挿入する方法がある。しかしながらこの場合、図 18 (A) の光強度分布図の斜線部の光束しか利用できないため、著しく照度が低下する。

【0098】そこで本実施例では図 19 (A) に示すようにレンズ系 9 a をより焦点距離の小さいレンズ系 9 b と交換し (レンズ系 9 b の焦点距離を f_{9b} とした時、プリズム 6 a とレンズ系 9 b、レンズ系 9 b とオプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a のそれぞれの光学距離はそれぞれ f_{9b} となるように配置する)、オプティカルインテグレータ 10 の入射面 10 a における光強度分布を図 19 (B) のようにしている。

【0099】そして適当なプリズム角度をもったプリズム部材 6 b をオプティカルインテグレータ 10 の直前に挿入することにより光線入射角度 (軸外光束の入射角度) が図 20 (C) のように小さくなるようにして、オプティカルインテグレータ 10 に効率よく入射するようにしている。これにより入射光束のほとんどを照明光として使用するようにしている。

【0100】本実施例では以上のような原理のもとに図 19 (A) のような光学配置をとることにより、照射面での照度をあまり落とさずに高解像度用の照明を行っている。

【0101】本実施例において結像 101 の一部に設けるプリズム部材 6 a, 6 b は 4 角錐プリズムの他に、図 8 で示したような多角錐プリズム、4 角錐プリズムであっても良い。

【0102】本実施例においては通常の照明状態である図 18 (A) のレンズ系 9 a を高解像度用の照明状態である図 19 (A) のレンズ系 9 b と交換する場合について説明したが、レンズ系 9 a を構成する各レンズを移動して (ズーム化して) レンズ系 9 b と同じ状態を作り出してもよいし、一部ズーム化又は一部交換するように構成してもよい。

【0103】又、図21に示すような高解像度用の絞り121は必要に応じて付けても良いし、付けなくてもよい。又本実施例においては結像系101の倍率を変えるためにレンズ系9aの焦点距離を変えているが、レンズ系5の焦点距離を変えても良いし、レンズ系5とレンズ系9aの両方を変えてもよい。

【0104】本実施例において、通常の照明状態（第1の状態）と高解像度用の照明状態（第2の状態）を切り替えると、オプティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布の違いにより、照射面での照度均一性（照度ムラ）が軸対称に変わってくる場合がある。このような場合、光学系14の一部のレンズを光軸方向に移動することにより、ディストーション等の収差を変え、照明面における軸対称な照度ムラを補正している。

【0105】上記実施例において、光学系14の後に照明面としてレチクル15を配置しているが、光学系14とレチクル15の間に結像系14を配置し、その結像系14におけるレチクル15の共役面を照明してもよい。

【0106】図22は本発明の実施例7の一部分の要部概略図である。

【0107】本実施例は図1の実施例1に比べてオプティカルインテグレータ10と被照射面15との間にハーフミラー43を設けて被照射面での露光量を検出するようにした点が異っており、その他の構成は実質的に同じである。

【0108】図22において44はレチクル面もしくは、レチクルと共役な面である。又45はピンホールであり、面44と光学的に共役な位置に置かれている。31は光検出器（CCDや4分割センサー等）である。

【0109】本実施例ではこのような構成をとることにより、被照射面の中心での有効光源分布をモニターすることができる。又本実施例においては光検出器31において、被照射面での露光量を同時にモニターすることも可能である。

【0110】尚、本実施例においてハーフミラー43をレンズ系13aとコリメーターレンズ14bとの間に配置した場合を示したが、ハーフミラー43はオプティカルインテグレータ10と被照射面15との間であればどこに配置しても良い。

【0111】

【発明の効果】本発明によれば投影露光するレチクル面上のパターンの細かさ、方向性などを考慮して、該パターンに適した照明系を選択することによって最適な高解像力の投影露光が可能な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成している。

【0112】又、本発明によればそれほど細かくないパターンを露光する場合には従来の照明系そのままを用いることができるとともに細かいパターンを露光する場合には光量の損失が少なく高解像を容易に発揮できる照明装置を用いて大きな焦点深度が得られるという効果が得

られる。

【0113】又、照明系のみの変形で像性能がコントロールでき、投影光学系に対しては制約を加えないため、ディストーション、像面の特性などの光学系の主要な性質が照明系で種々変形を加えるのにも変わらず安定しているという効果を有した照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の説明図

【図3】 図1の一部分の説明図

【図4】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図5】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図6】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図7】 本発明に係るプリズム部材の他の実施例の説明図

【図8】 本発明に係るプリズム部材の他の実施例の説明図

【図9】 本発明の実施例2の一部分の要部概略図

【図10】 本発明の実施例3の一部分の要部概略図

【図11】 本発明の実施例3の光学作用の説明図

【図12】 本発明の実施例3の光学作用の説明図

【図13】 本発明の実施例3に係る光強度分布の説明図

【図14】 本発明の実施例3に係る光強度分布の説明図

【図15】 本発明の実施例4の一部分の要部概略図

【図16】 本発明の実施例5の要部概略図

【図17】 本発明の実施例6の要部概略図

【図18】 図17の一部分の説明図

【図19】 図17の一部分の説明図

【図20】 図17のオプティカルインテグレータ10の入射面10aへの光束の入射状態の説明図

【図21】 絞りの開口状態の説明図

【図22】 本発明の実施例7の一部分の要部概略図

【符号の説明】

1 光源

2 楕円鏡

3 コールドミラー

5, 9 レンズ系

6, 6a, 6b プリズム部材

7 平行平板

8 光学素子

10 オプティカルインテグレータ

11 絞り部材

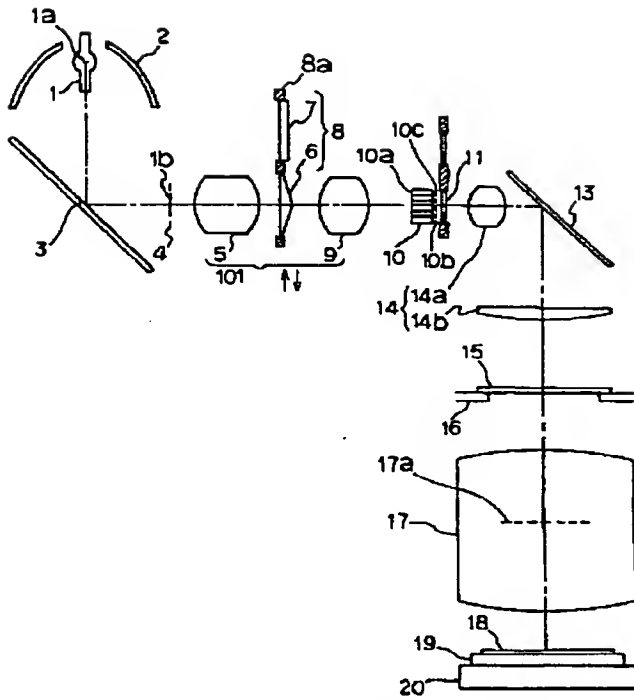
13 ミラー

15 レチクル

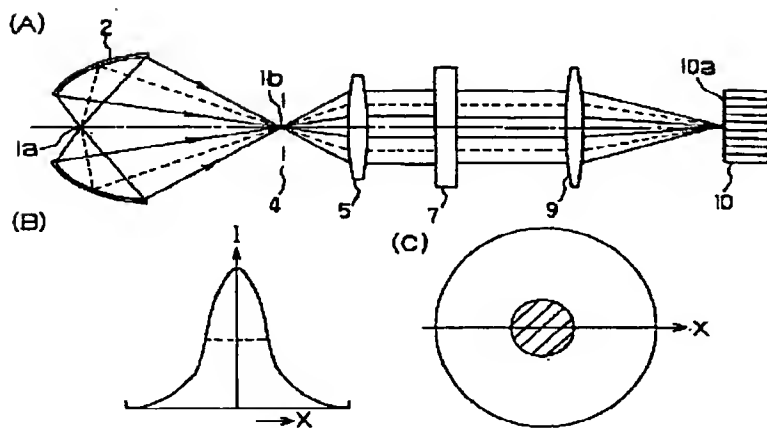
17 投影光学系

18 ウエハ

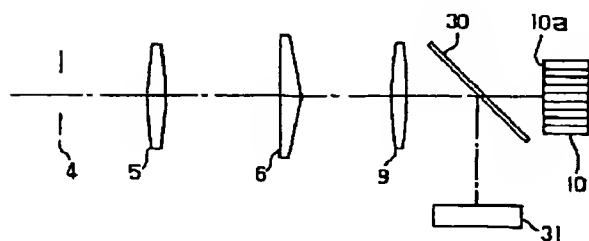
【図 1】



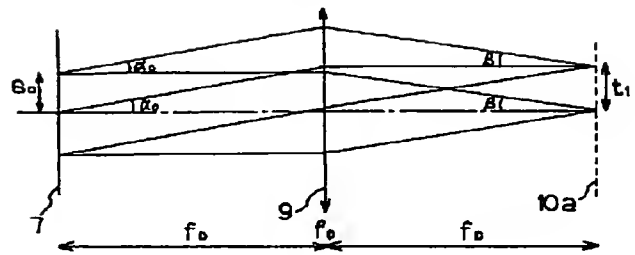
【図 2】



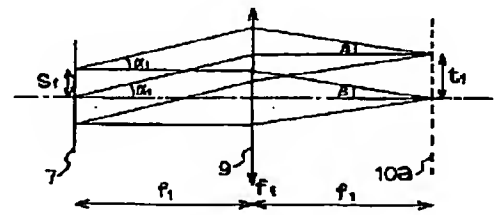
【図 9】



【図 4】

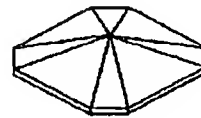


【図 5】

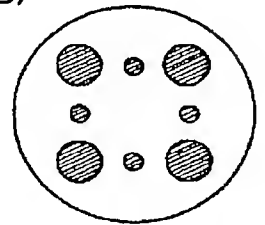


【図 8】

(A)



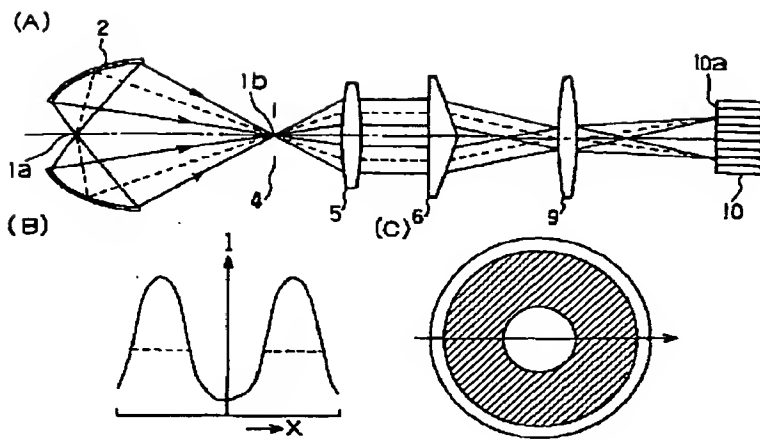
(B)



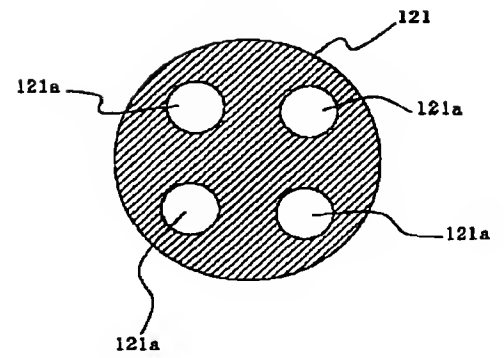
【図 13】



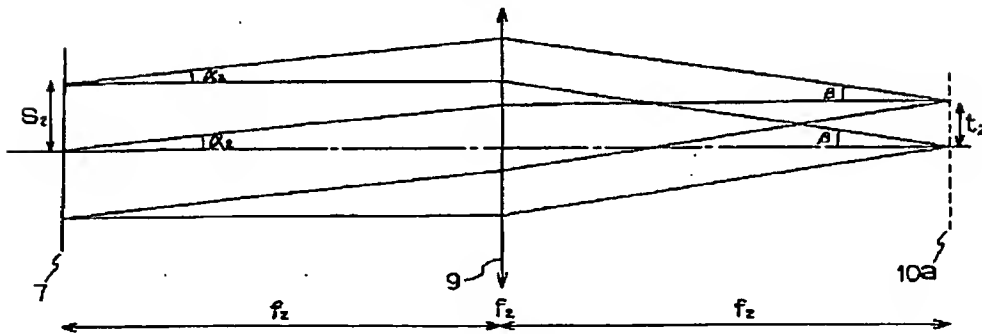
【図3】



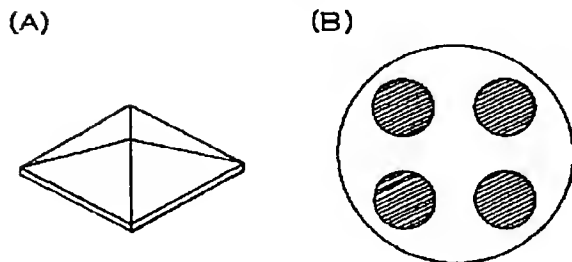
【図21】



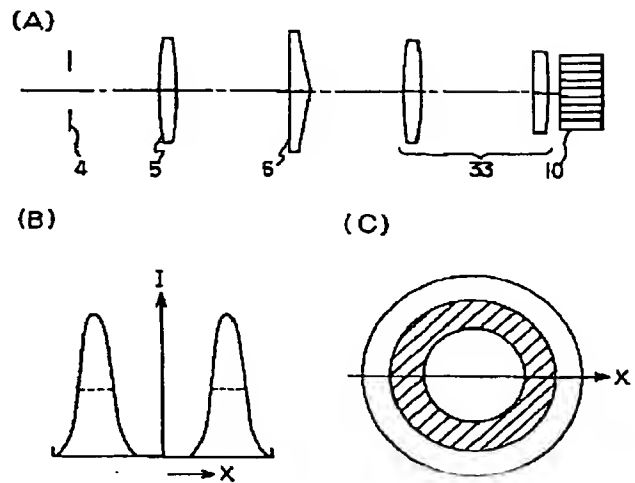
【図6】



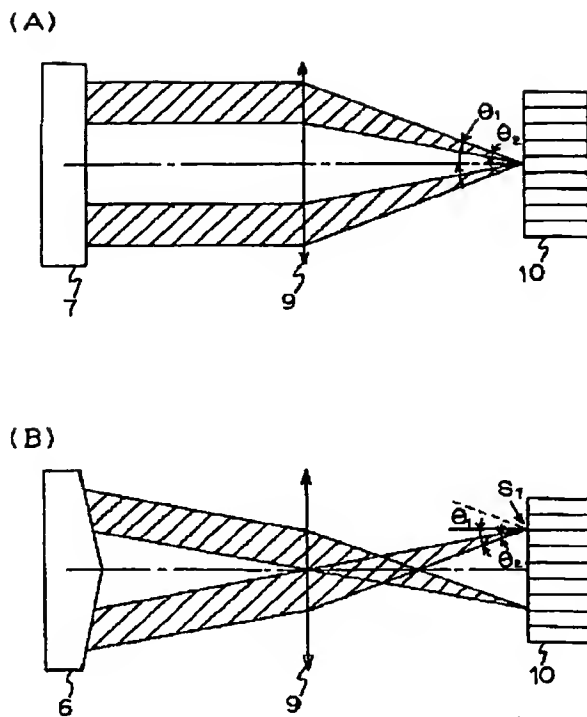
【図7】



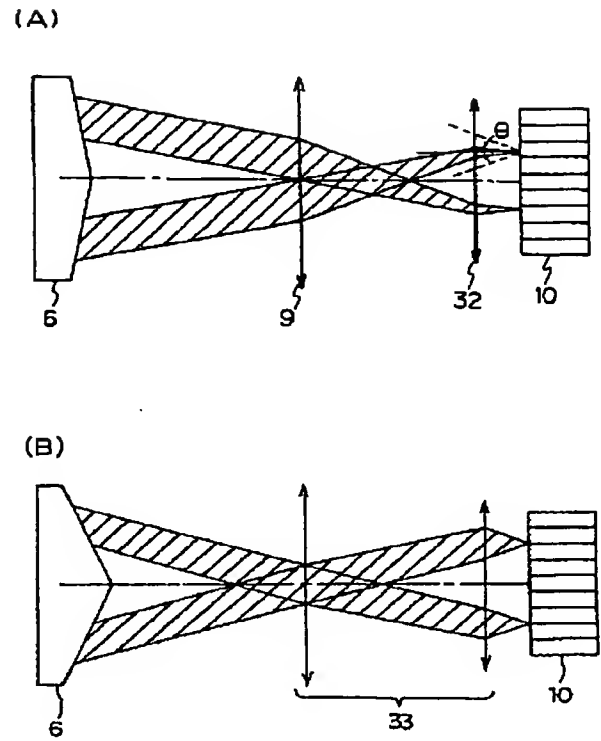
【図10】



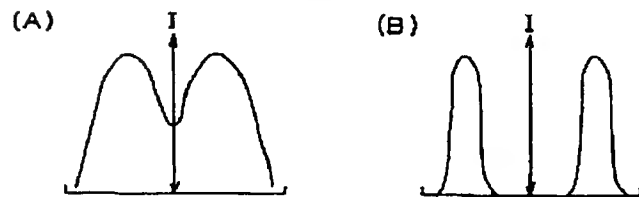
【図 11】



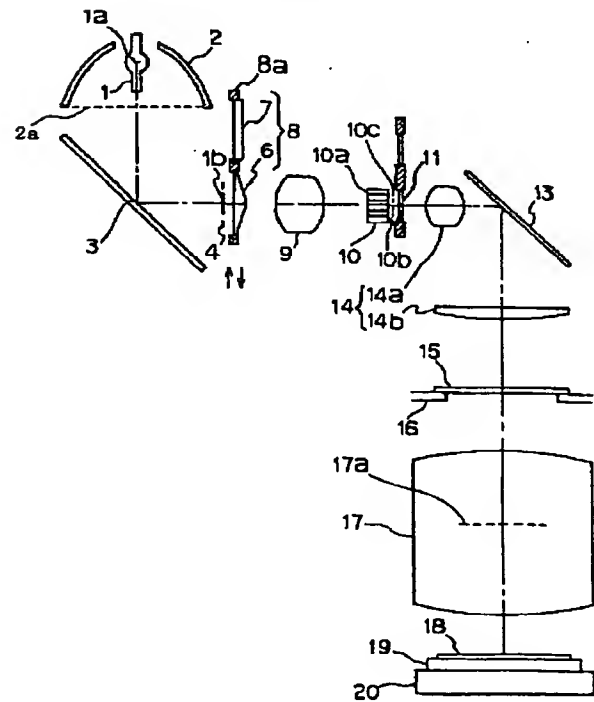
【図 12】



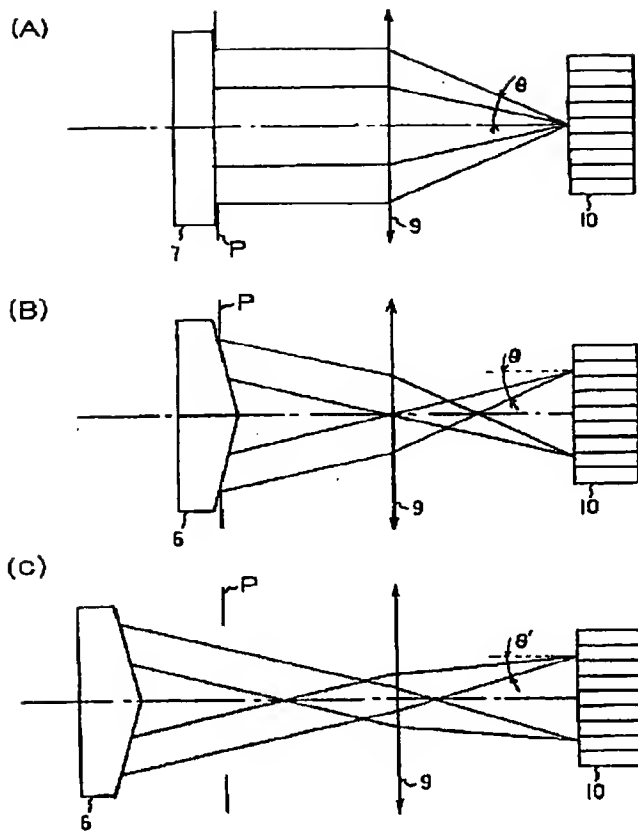
【図 14】



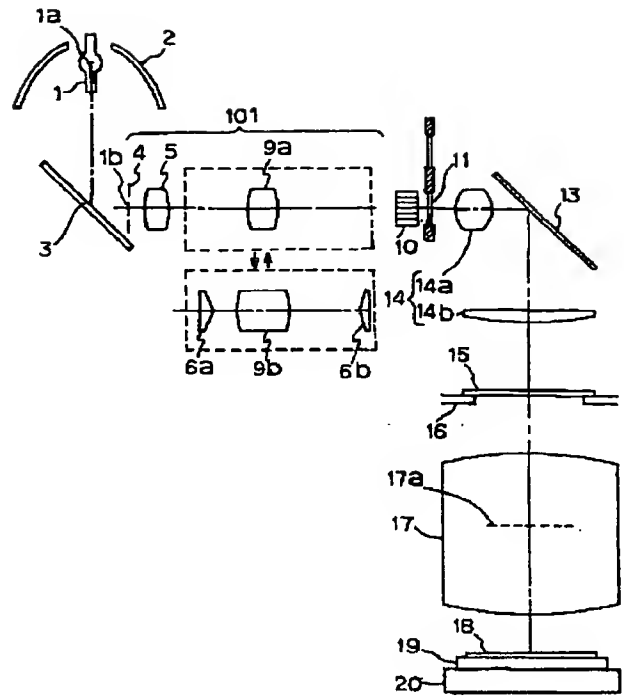
【図 16】



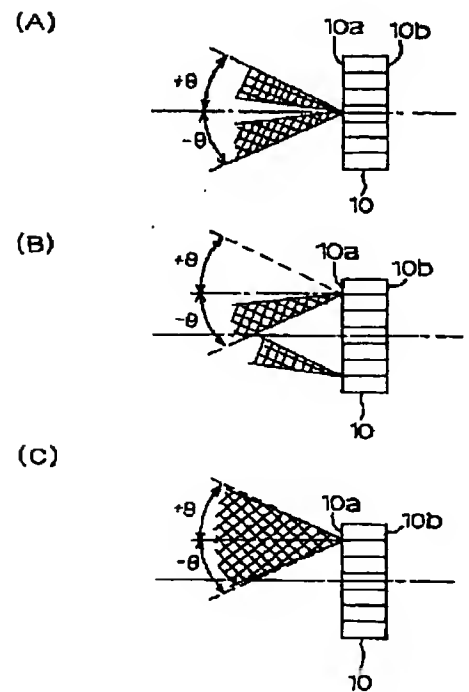
【図 15】



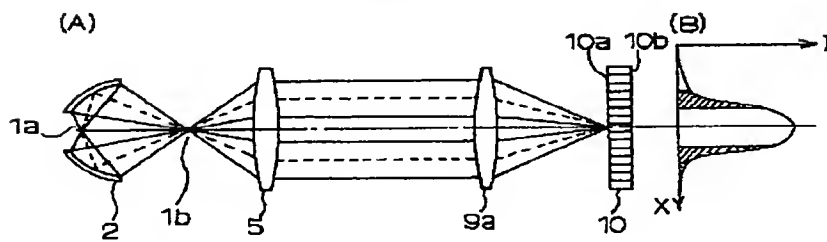
【図 17】



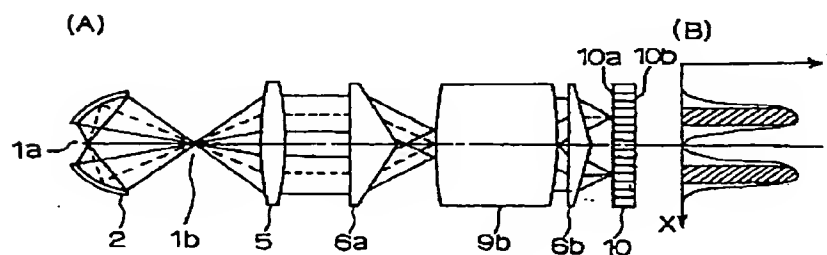
【図 20】



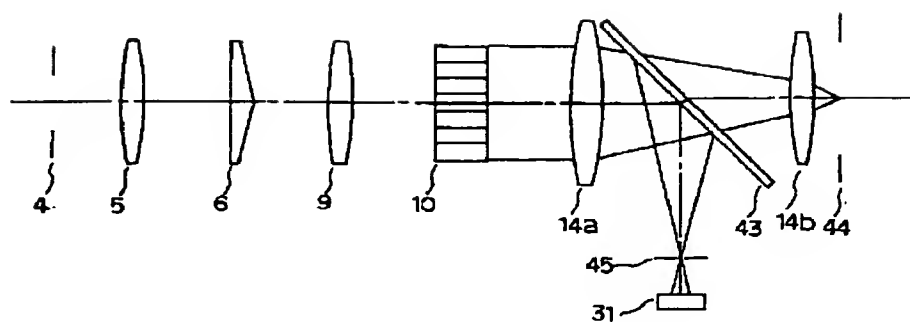
【図 18】



【図 19】



【図 2 2】



フロントページの続き

(72)発明者 早田 滋
神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. When an irradiated plane is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional, The lighting system characterized by arranging the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and changing the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator into it.

[Claim 2] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. When an irradiated plane is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator, The lighting system characterized by arranging the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction near the pupil surface of this image formation system, and changing the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator.

[Claim 3] The lighting system characterized by arranging the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this light source and an optical integrator, and changing the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator into it by this optical element when illuminating an irradiated plane through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the light source two-dimensional.

[Claim 4] Claims 1 and 2 characterized by having a modification means to change whenever [incident angle / of the flux of light to the plane of incidence of said optical integrator], or 3 lighting systems.

[Claim 5] Claims 1 and 2 characterized by having arranged the converging section material which passes much light by the periphery compared with a core near the injection side of said optical integrator removable, or 3 lighting systems.

[Claim 6] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. The pattern on the 1st body side is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side through projection optics, arrange the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it. The projection aligner characterized by adjusting the optical

intensity distribution on the pupil surface of this projection optics.

[Claim 7] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. The pattern on the 1st body side is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side through projection optics, arrange the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction near the pupil surface of this image formation system, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed. The projection aligner characterized by adjusting the optical intensity distribution on the pupil surface of this projection optics.

[Claim 8] The pattern on the 1st body side is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the light source two-dimensional. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side according to projection optics, arrange the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this light source and an optical integrator, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it by this optical element. The projection aligner characterized by adjusting the optical intensity distribution on the pupil surface of this projection optics.

[Claim 9] Claims 6 and 7 characterized by having a modification means to change whenever [incident angle / of the flux of light to the plane of incidence of said optical integrator], or 8 projection aligners.

[Claim 10] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. When an irradiated plane is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional, The 1st condition of the symmetry of revolution with the optical reinforcement of the plane of incidence of this optical integrator arrange the optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and strong [a part for a core] against it, The lighting system characterized by choosing the 2nd condition of having a field strong against a circumference part compared with a part for a core.

[Claim 11] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. When an irradiated plane is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator, The optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which makes this a part of image formation system deflect incoming beams in the predetermined direction is arranged. The lighting system characterized by the optical reinforcement of the plane of incidence of this optical integrator choosing the 2nd condition that the amount of core has a field strong against a circumference part compared with a part for the 1st condition of the strong symmetry of revolution, and a core.

[Claim 12] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. The pattern on the 1st body side is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional. When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd body side through projection optics, Arrange the optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and the optical intensity

distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it. The projection aligner characterized by the optical reinforcement on the pupil surface of this projection optics choosing the 2nd condition that the amount of core has a field strong against a circumference part compared with a part for the 1st condition of the strong symmetry of revolution, and a core.

[Claim 13] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. The pattern on the 1st body side is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side through projection optics, arrange the optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction in this a part of image formation system, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it. The projection aligner characterized by the optical reinforcement on the pupil surface of this projection optics choosing the 2nd condition that the amount of core has a field strong against a circumference part compared with a part for the 1st condition of the strong symmetry of revolution, and a core.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] About the projection aligner which used a lighting system and it, this invention illuminates the pattern on a reticle side appropriately in the so-called stepper who is specifically the manufacturing installation of a semiconductor device, and relates to the lighting system with which high resolution was acquired easily, and the projection aligner using it.

[0002]

[Description of the Prior Art] Progress of the manufacturing technology of the latest semiconductor device is remarkable, and its progress of the ultra-fine processing technology accompanying it is also remarkable. Especially the optical processing technique is attained to the technique of micro processing of having submicron resolution bordering on manufacture of the semiconductor device of 1MDRAM. As a means which raises resolution, in the former many, exposure wavelength was fixed and the approach of enlarging NA (numerical aperture) of optical system was used. However, recently, exposure wavelength is changed into i line from g line, and the attempt which raises resolution by the exposing method using an ultrahigh pressure mercury lamp is also performed [that it is various and].

[0003] The resist process has developed similarly with development of the approach using g line and i line as exposure wavelength. In both this optical system and process, optical lithography has progressed rapidly conjointly.

[0004] Generally it is known that a stepper's depth of focus is in inverse proportion to the square of NA. If it is going to acquire submicron resolution for this reason, the trouble that the depth of focus becomes shallow with it will arise.

[0005] On the other hand, the method of aiming at improvement in resolution is proposed [that it is various and] by using the light of the still shorter wavelength represented by the excimer laser. It is known that the effectiveness using the light of short wavelength has the effectiveness which is generally in inverse proportion to wavelength, and, as for focal progress, only the part which shortened wavelength becomes deep.

[0006] The approach (phase shift method) using a phase shift mask as an approach of using the light of short-wavelength-izing, and also raising resolution is proposed [that it is various and]. Other parts tend to form in some conventional masks the thin film which gives the phase contrast of 180 degrees to passage light, and this approach tends to raise resolution to it, and is proposed by Levenson and others of IBM (U.S.). Generally Resolution RP is formula $RP=k_1$, when wavelength is set to λ and it sets k_1 and numerical aperture to NA for a parameter. It is shown by λ/NA . Usually, parameter k_1 with which 0.7-0.8 are made into a practical use region According to the phase shift method, it is known that it will be sharply [0.35] improvable.

[0007] Various things are known by the phase shift method and they are indicated in detail by the paper of Fukuda for example, after Japanese micro device July, 1990 issue 108 page etc.

[0008] However, in order to actually raise resolution using the phase shift mask of a spatial-frequency modulation mold, many troubles still remain. For example, the following are one of those serve as a

trouble in the present condition.

The technique which forms the (b) . phase shift film is un-established.

Development of optimal CAD for (b) . phase shift film is un-established.

(Ha) Existence of the pattern which attaches . phase shift film and is not **.

(**) -- negative resist must be used in relation to . (Ha).

(e) . inspection and a correction technique are un-established.

[0009] For this reason, there are various failures in manufacturing a semiconductor device using this phase shift mask, and, now, it is actually very difficult for it.

[0010] On the other hand, by constituting a lighting system appropriately, these people have proposed the aligner using the exposure approach and it which heightened resolution more by Japanese Patent Application No. No. (February 22, Heisei 3 application) 28631 [three to].

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It sets to the aligner which these people proposed previously, and is mainly k1. The factor uses the illumination system which observed the field where the spatial frequency of the 0.5 neighborhoods is high. This illumination system has the deep depth of focus in the place where spatial frequency is high.

[0012] The definition ability of a pattern of the production process of an actual semiconductor integrated circuit is variously as various so as the process for which the high definition ability of a pattern is needed, and the process which is not needed. Therefore, the projection aligner which can respond to the demand to the definition ability called for original with each process is asked now.

[0013] Since this invention corresponds to the integrated-circuit production process which has the routing counter which applies suitable lighting each time according to the pattern configuration and resolution which are made into the object which performs projection baking, namely, exceeds a maximum of 20, it can be changed easily, aiming at a deployment of the flux of light [for the purpose of the illumination system of a conventional type, and the illumination system of a high resolving mold], and aims at offer of the lighting system with which high resolution is acquired easily, and the projection aligner using it.

[0014] Moreover, what used zona-orbicularis lighting as the different exposure approach of high resolution from the above is proposed by JP,61-91622,A. In this official report, as zona-orbicularis lighting and a method of usually not dropping use effectiveness of a beam of light in the case of a change-over with lighting, a cone lens is made removable in front of an optical integrator, and distribution of the light included in an optical integrator is made switchable in a circumference round ring shape and a central concentration mold by attachment and detachment of a cone lens.

[0015] However, there is no effectiveness in the lighting system as which these people proposed this approach previously although there was effectiveness in zona-orbicularis lighting not much. Moreover, although the proposal which uses distribution of the light included in an optical integrator as a central concentration mold from a circumference round ring shape is proposed by JP,58-81813,A, JP,58-43416,A, JP,58-160914,A, and JP,59-143146,A, there is no effectiveness in the lighting system as which these people proposed these lighting systems previously although there was effectiveness in zona-orbicularis lighting not much.

[0016] This invention aims at offer of the lighting system which can be illuminated without not only zona-orbicularis lighting but these people's reducing the use effectiveness of the flux of light also to the lighting system into which lighting is changed according to the pattern configuration proposed previously, and the projection aligner using it.

[0017]

[Means for Solving the Problem] The lighting system of this invention arranges a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse (1-I) mirror. The image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. When an irradiated plane is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional, It is characterized by arranging the optical element it can insert [optical element] from the inside of the

optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and changing the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator into it.

[0018] (1-**) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and form the image of this light-emitting part near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of two or more microlenses is carried out for the image of this light-emitting part to the plane of incidence of the arranged two-dimensional optical integrator by the image formation system. When an irradiated plane is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator, It is characterized by arranging the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction near the pupil surface of this image formation system, and changing the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator.

[0019] (1-**) In case an irradiated plane is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the light source two-dimensional, it is characterized by arranging the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this light source and an optical integrator, and changing the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator into it by this optical element.

[0020] (1-**) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and form the image of this light-emitting part near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. When an irradiated plane is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional, The 1st condition of the symmetry of revolution with the optical reinforcement of the plane of incidence of this optical integrator arrange the optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and strong [a part for a core] against it, It is characterized by choosing the 2nd condition of having a field strong against a circumference part compared with a part for a core.

[0021] (1-**) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and form the image of this light-emitting part near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. When an irradiated plane is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator, The optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which makes this a part of image formation system deflect incoming beams in the predetermined direction is arranged. Optical reinforcement of the plane of incidence of this optical integrator is characterized by choosing the 2nd condition that the amount of core has a field strong against a circumference part compared with a part for the 1st condition of the strong symmetry of revolution, and a core.

[0022] Moreover, the projection aligner of this invention arranges a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse (1-HE) mirror. The image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. The pattern on the 1st body side is illuminated through the optical integrator which arranged two or more smile lenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side through projection optics, arrange the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it. It is characterized by adjusting the optical intensity distribution on the pupil surface of this projection optics.

[0023] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of

light from this light-emitting part. (1-TO) Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. The pattern on the 1st body side is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side through projection optics, arrange the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction near the pupil surface of this image formation system, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed. It is characterized by adjusting the optical intensity distribution on the pupil surface of this projection optics.

[0024] (1-**) Illuminate the pattern on the 1st body side through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the light source two-dimensional. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side according to projection optics, arrange the optical element it can insert [optical element] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this light source and an optical integrator, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it by this optical element. It is characterized by adjusting the optical intensity distribution on the pupil surface of this projection optics.

[0025] (1-**) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and form the image of this light-emitting part near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. The pattern on the 1st body side is illuminated through the optical integrator which arranged two or more microlenses by the flux of light from the image of this light-emitting part two-dimensional. When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd body side through projection optics, Arrange the optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction between this ellipse mirror and an optical integrator, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it. Optical reinforcement on the pupil surface of this projection optics is characterized by choosing the 2nd condition that the amount of core has a field strong against a circumference part compared with a part for the 1st condition of the strong symmetry of revolution, and a core.

[0026] (1-**) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an ellipse mirror, and form the image of this light-emitting part near the 2nd focus of this ellipse mirror through this ellipse mirror by the flux of light from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the plane of incidence of an optical integrator which arranged two or more microlenses two-dimensional by the image formation system. The pattern on the 1st body side is illuminated by the flux of light from the injection side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd body side through projection optics, arrange the optical element which has at least two prism members it can insert [members] from the inside of the optical path which deflects incoming beams in the predetermined direction in this a part of image formation system, and the optical intensity distribution of the plane of incidence of this optical integrator are changed into it. Optical reinforcement on the pupil surface of this projection optics is characterized by choosing the 2nd condition that the amount of core has a field strong against a circumference part compared with a part for the 1st condition of the strong symmetry of revolution, and a core.

[0027]

[Example] Drawing 1 is the outline block diagram showing one example of the projection aligner which used the lighting system of this invention, and it, and is the example which applied this invention to the projection mold aligner of the contraction mold called a stepper.

[0028] The light-emitting part 1a is arranged near the 1st focus of the ellipse mirror 2 by the light source of the ultrahigh pressure mercury lamp of high brightness with which one in drawing emits ultraviolet rays, far ultraviolet rays, etc.

[0029] It is condensed by the ellipse mirror 2, and the light emitted from the light source 1 reflects by the cold mirror 3, and forms image (light-emitting part image) 1b of light-emitting part 1a near [4] the

2nd focus of the ellipse mirror 2. A cold mirror 3 consists of multilayers, and ultraviolet radiation is reflected while making infrared light mainly penetrate.

[0030] 101 is an image formation system, and it has two lens systems 5 and 9, and they are carrying out image formation to plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 through the optical element 8 which mentions later light-emitting part image 1b formed near [4] the 2nd focus. The optical element 8 has the prism member 6 which consists of the cone prism which makes incoming beams change in the predetermined direction, and the parallel plate 7 made to inject incoming beams as it is.

[0031] 8a is an attachment component, and it is constituted so that the prism member 6 and the parallel plate 7 of an optical element 8 may be changed alternatively and may be arranged in an optical path. When the parallel plate 7 is in an optical path, the image formation system 101 is a injection side, and serves as a tele cent rucksack. The optical element 8 is located near the pupil surface of the image formation system 101.

[0032] Two or more microlenses are arranged two-dimensional, and the optical integrator 10 constitutes them, and forms secondary light source 10c near [the] the injection side 10b. 11 is converging section material and has the device in which the opening configuration of owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. is changed in an optical path in two or more opening members. The converging section material 11 is arranged to secondary light source 10C to the field to which the dispersed secondary light sources do not overlap.

[0033] 14a is a lens system, condenses the flux of light from injection side 10b of the optical integrator 10, and is illuminating the reticle 15 which is the irradiated plane laid in the reticle stage 16 with collimator lens 14b through the converging section material 11 and a mirror 13. Lens system 14a and collimator lens 14b constitute the condenser lens 14.

[0034] 17 is projection optics and is carrying out contraction projection on the 18th page of the wafer which laid the pattern drawn on the reticle 15 in the wafer chuck 19. 20 is a wafer stage and is laying the wafer chuck 19. In this example, secondary light source 10C near the injection side 10b of the optical integrator 10 is formed near the pupil 17a of projection optics 17 with the condenser lens 14.

[0035] In this example, while changing alternatively the prism member 6 of an optical element 8, or the parallel plate 7 into an optical path according to directivity, a resolving line width, etc. of a pattern of a reticle 15, the opening configuration of the converging section material 11 is changed if needed. **** is performing [high resolution] projection exposure like the lighting which the optical intensity distribution of secondary light source images formed in pupil surface 17a of projection optics 17 by this were changed, and was proposed by above-mentioned Japanese Patent Application No. No. 28631 [three to].

[0036] Next, while changing the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 by using an optical element 8 in this example, the modification approach of the optical intensity distribution of secondary light source images formed in pupil surface 17a of projection optics 17 is explained.

[0037] Drawing 2 and drawing 3 are the important section schematic diagrams when developing the optical path from the ellipse mirror 2 of drawing 1 respectively to the optical integrator 10. The mirror 3 is omitted in drawing 2 and drawing 3 . Drawing 2 and drawing 3 show the case where change each elements 6 and 7 of an optical element 8, and the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are made to change.

[0038] Drawing 2 shows the case where the prism member 6 of the optical elements 8 has been arranged for the case where the parallel plate 7 of the optical elements 8 has been arranged in an optical path, in an optical path by drawing 3 .

[0039] The illumination system of drawing 2 is the case (the 1st condition) where projection which seldom mainly needed high resolution but made the depth of focus deep is performed, and is the same lighting as the former. The illumination system of drawing 3 is the case (the 2nd condition) where projection by which it is characterized [of this invention] and which mainly needs high resolution is performed.

[0040] Drawing 2 (C) and drawing 3 (C) show typically the optical intensity distribution in plane-of-

incidence 10a of the optical integrator 10, respectively. The part of the slash in drawing is the field where optical reinforcement is strong compared with other fields. Drawing 2 (B) and drawing 3 (B) are the explanatory views having shown distribution of the optical reinforcement I in alignment with X shaft orientations shown in drawing 2 (C) and drawing 3 (C), respectively.

[0041] In drawing 2, the parallel plate 7 of an optical element 8 is arranged in an optical path, and image formation of the light-emitting part image 1b formed in the 2nd focus 4 of the ellipse mirror 2 is carried out to plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 by the image formation system 101. As shown in drawing 2 (B) at this time, the optical intensity distribution of the direction of X in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 serve as the symmetry of revolution of an abbreviation gauss mold.

[0042] In drawing 3, the prism member 6 of an optical element 8 is arranged in an optical path, and as the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are shown in drawing 3 (B) and drawing 3 (C), the optical-axis part serves as weak optical intensity distribution of the shape of a ring strong in the circumference. This reason is explained below.

[0043] Drawing 4 shows typically arrangement with plane-of-incidence 10a of the parallel plate 7 of drawing 2 (A), a lens system 9, and the optical integrator 10. Setting to this example, the optical distance of plane-of-incidence 10a of a before [the parallel plate 7 and a lens system 9] side principal point location and a backside [a lens system 9] principal point location, and the optical integrator 10 is the focal distance of a lens system 9 f_0 . When it carries out, it is distance f_0 , respectively. It arranges so that it may become.

[0044] At this time, it is an include angle α_0 about the parallel plate 7. Incidence quantity t_1 from the optical axis to plane-of-incidence 10a of the flux of light to inject. It is set to $t_1 = f_0$ and $\tan \alpha_0$. It is the height from the optical axis of the outermost flux of light which passes the parallel plate 7 S_0 . When it carries out, the incident angle β to optical integrator plane-of-incidence 10a is [0045].

[Equation 1]

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{S_0}{f_0} \right)$$

It becomes.

[0046] Therefore, when the include angle of the flux of light is shaken in the location (before [a lens system 9] side focal plane) of the parallel plate 7, only an incidence location can be changed, without changing the incident angle to plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10.

[0047] In this example, the optical-axis part has changed into the weak light intensity distribution of the shape of a ring strong at a periphery in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 by the above optical principle by changing from the parallel plate 7 to the prism member 6 which consists of cone prism.

[0048] Since the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are equivalent to the optical intensity distribution of the effective light source formed in pupil surface 17a of projection optics 17, they form the optical intensity distribution of the effective light source with strong optical reinforcement in the circumference part by changing from the parallel plate 7 to the prism member 6 compared with a part for a core (optical-axis part) on the pupil surface of projection optics 17.

[0049] In addition, in this example, the converging section material 11 is formed near the injection side 10b of the optical integrator 10, and this converging section material 11 has the device in which the opening configuration of owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. can be made to change two or more openings into arbitration. The opening configuration of this converging section material 11 is made equivalent to the configuration of secondary light source images formed in pupil surface 17a of projection optics 17. For example, it has opening which passes much light by the periphery compared with a core.

[0050] The desired effective light source configuration has been acquired in this example, aiming at a

deployment of the flux of light by using together modification of the opening configuration of the converging section material 11 as the change to the prism member 6 of an optical element 8, or the change to the prism member 6. In this example (Even if it, in addition, does not form especially the converging section material 11 in this example, the purpose of this invention can be attained.) By the above configurations It considers as the configuration it is indicated like [when the minimum line width of the pattern of a reticle 15 is comparatively large] the conventional lighting system that proposed by previous Japanese Patent Application No. No. 28631 [three to] by drawing 2 (A). He is trying for the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 to serve as a gauss mold (the 1st condition).

[0051] Moreover, the lighting system for high resolving is realized by considering as the configuration shown by drawing 3 (A), when the minimum line width of a pattern is small, making it the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 become ring-like, and changing the opening configuration of the converging section material 11 (the 2nd condition).

[0052] In addition, inserting the parallel plate 7 in the 1st condition of drawing 2 (A) It is for suppressing the optical-path-length difference between a lens system 5 and a lens system 9 to the minimum compared with the condition of having inserted the prism member 6 2nd in the state of drawing 3 (A). The prism member 6 is thin or, sometimes, it may omit this parallel plate 7 that it is uninfluent to the optical-character ability after the optical integrator 10 etc. in the place which changed somewhat the optical-path-length difference between a lens system 5 and a lens system 9.

[0053] Drawing 5 and drawing 6 are the explanatory views having shown the relation between the location (injection quantity, S1, and S2) of the flux of light which passes the parallel plate 7 when changing the focal distance f of the lens system 9 which constitutes the image formation system 101 in this example, and the incidence quantity (the height $t1$ from an optical axis, and $t2$) in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 to a deflection angle ($\alpha 1$ and $\alpha 2$).

[0054] It sets to drawing 5 and is the focal distance of a lens system 9 $f1$ When it carries out, it is $t1 = f1 \tan \alpha 1$. It is materialized. Moreover, it sets to drawing 6 and is the focal distance of a lens system 9 $f2$ When it carries out, it is $t2 = f2 \tan \alpha 2$. It is materialized.

[0055] if the large focal distance f of a lens system 9 is taken as shown in these formulas -- the location of the parallel plate 7 -- setting -- incidence location $t1$ of height predetermined in the small deflection angle α with plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 It can obtain. This means that the include angle (prism angle) of the prism member 6 in the 2nd condition can be made small, if the large focal distance f of a lens system 9 is taken. The image formation system 101 out of which aberration cannot come so easily by this can be obtained. The lens system 9 is set as a focal distance from which a PURUZUMU angle becomes 5 degrees - about 20 degrees on balance with the magnitude of the prism member 6 in fact.

[0056] As long as the prism member 6 of the optical element 8 in this invention is a member which deflects not only cone prism but incoming beams in the predetermined direction, it may be what kind of configuration. For example, multiple drill prism, such as 8 pyramid prism shown in 4 pyramid prism shown in drawing 7 (A) or drawing 8 (A), may be used.

[0057] Drawing 7 (B) and drawing 8 (B) express typically the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 when using drawing 7 (A) and the prism member of drawing 8 (A) respectively. Compared with the part of others [shadow area / in drawing], optical reinforcement is strong.

[0058] In addition, in this invention, the prism member 6 may constitute the parallel plate 7, and three or more kinds of the prism members and parallel plates other than two kinds of changes of the prism member 6 switchable like an example 1.

[0059] In this invention, 4 pyramid prism like drawing 7 (A) may be rotated centering on an optical axis, and the optical intensity distribution of the shape of a ring like drawing 3 (C) may be made by carrying out time smoothing.

[0060] Moreover, the light source 1 may be moved in the direction of an optical axis at the same time it changes a prism member, and area size with strong optical reinforcement may be changed.

[0061] Drawing 9 is some important section schematic diagrams of the example 2 of this invention.

[0062] In this example, compared with the example 1 of drawing 1, a half mirror 30 is formed into a front (light source 1 side) optical path, it differs in that incidence of a part of flux of light from the image formation system 101 is carried out to photodetectors 31 (CCD, quadrisection sensor, etc.), and other configurations are the same than the optical integrator 10.

[0063] In this example, while measuring indirectly the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10, it is made to act as the monitor of the optical intensity distribution. This is adjusting fluctuation of the optical reinforcement in plane-of-incidence 10a, and optical intensity distribution.

[0064] If an optical element 6 is rotated to an optical axis or the device which carries out eccentricity to an optical axis is used in this example, it will become possible to change the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 into a desired form.

[0065] Drawing 10 is some important section schematic diagrams of the example 3 of this invention.

[0066] In this example, while equipping with the prism member 6 into an optical path compared with the example 1 of drawing 1, it differs in that the plane-of-incidence 10a side of the optical integrator 10 is equipped with the lens system 33 from which a focal distance differs instead of a lens system 9, and other configurations are the same.

[0067] In this example, light was centralized on the narrower field of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10, and the optical intensity distribution of a desired form have been acquired.

[0068] Next, an optical operation of this example is explained using drawing 11 and drawing 12.

[0069] Drawing 11 and drawing 12 show typically the optical path from the optical element 8 (the prism member 6 or parallel plate 7) to the optical integrator 10. Drawing 13 and drawing 14 show optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 at that time.

[0070] Drawing 11 (A) is arrangement when illuminating the conventional method in an example 1. the include angle of the beam of light which can generally carry out incidence to the optical integrator 10 -- being decided -- **** -- the case of drawing 11 (A) -- the include angle -- θ_1 it is. For the optical system before the optical integrator 10, whenever [to the optical integrator 10 / incident angle] is an include angle θ_1 . It is designed so that it may not exceed. Whenever [condensing] will be restricted from Lagrange Helmholtz's invariant, for example, the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 at this time cannot improve whenever [condensing] from drawing 13 (A). When it is going to obtain whenever [condensing / beyond this], whenever [to the optical integrator 10 / incident angle] is an include angle θ_1 . It will exceed.

[0071] Drawing 11 (B) is in the condition which inserted the prism member 6 into the optical path in the example 1. The optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a at this time are shown in drawing 13 (B). probe index S1 to plane-of-incidence 10a of the flux of light at this time whenever [maximum incident angle / which can be set] -- drawing 11 (A) -- the same -- θ_1 it is. however, the effective flux of light include angle of the flux of light which actually carries out incidence -- θ_2 it is.

[0072] The maximum incident angle can be made small by putting in an optical element 32 (prism and field lens) ahead of plane-of-incidence 10a here, as shown in drawing 12 (A). The optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a at this time are shown in drawing 14 (A).

[0073] Since a leeway is given in the maximum angle of incidence here, if the focal distance of the optical system from the prism member 6 to the optical integrator 10 is shortened, whenever [condensing / higher] can be obtained. Drawing 12 (B) is the example which raised whenever [condensing] using the optical principle. At this time, optical intensity distribution are drawing 13 (B). In drawing 12 (B), in order to acquire the optical intensity distribution of a ring form, the prism angle of the prism member 6 is large.

[0074] In this example, a bias produces the incident angle in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 by having inserted the prism member 6, as shown above, without the maximum incident angle changing. By amending the bias and performing optimization of whenever [incident angle], a leeway is given in an incident angle, and whenever [condensing] is raised until the incident angle turns into a marginal incident angle.

[0075] Insertion of prism (when the prism member 6 is cone prism and it is cone prism and square drill prism, it is square drill prism), insertion of an aspheric lens, or these concomitant use are applicable as the concrete means zoom-izing of the optical system from the prism member 6 to the optical integrator 10, change-izing of said optical system, and ahead of the optical integrator 10.

[0076] Drawing 15 is some important section schematic diagrams of the example 4 of this invention.

[0077] In this example, compared with the example 1 of drawing 1, an optical element 8 (location of the prism member 6 or the parallel plate 7) is shifted from the pupil of the image formation system 101, it differs in that change the focal distance of a lens system 9 and condensing-ization of the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 is attained, and other configurations are the same.

[0078] In drawing 15, P expresses the pupil surface of a lens system 9. Drawing 15 (A) shows the lighting condition of the 1st condition in an example 1, and the incident angle to the optical integrator 10 is theta. Drawing 15 (B) shows the lighting condition of the 2nd condition in the example 1, and this incident angle is the same theta as drawing 11 (A). When the prism member 6 is shifted from a pupil surface P and the diameter of the flux of light in the Pth page is made small like drawing 15 (C) at this time, this incident angle theta' is the include angle theta 2 of drawing 11 (A) and (B). It can do small. ****-condensing of optical intensity distribution [in / this example changes the collecting point distance of a lens system 9 at this time, and / plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10] -- Guanghua is attained.

[0079] Drawing 16 is the important section schematic diagram of the example 5 of this invention.

[0080] The points which this example deleted the lens system 5 which constitutes the image formation system 101 compared with the example 1 of drawing 1, and opening 2a of the ellipse mirror 2 was made to carry out image formation to plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 according to a lens system 9, and have arranged the optical element 8 near the 2nd focus of the ellipse mirror 2 differ, and other configurations are the same.

[0081] That is, in the example of drawing 1, the light-emitting part 1a image of the light source 1 was formed on plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10, and the optical element 8 was formed near the image formation location (location of the image of opening 2a) of opening 2a of the ellipse mirror 2 between the light source 1 and the optical integrator 10.

[0082] On the other hand, in this example, the image of opening 2a of the ellipse mirror 2 was formed on plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10, and the optical element 8 is formed near the image formation location (the 2nd focal location of the ellipse mirror 2) of light-emitting part 1a between the light source 1 and the optical integrator 10.

[0083] Moreover, in this example, the before [a lens system 9] side focal location and the 2nd focal location of the ellipse mirror 2 carried out abbreviation coincidence, the light from light-emitting part image 1b formed in the 2nd focus was changed into the almost parallel flux of light according to the lens system 9, and it has turned on plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10. In addition, when the prism member 6 is inserted, the four parallel flux of lights have turned on plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 from the lens system 9.

[0084] Drawing 17 is the important section schematic diagram of the example 6 of this invention.

[0085] Compared with the example 1 of drawing 1, this example arranges at least two prism members 6a and 6b in the direction of an optical axis, and constitutes an optical element 8 in it. In case the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are changed Namely, when considering as the 2nd condition, while equipping with an optical element 8 (prism members 6a and 6b) into an optical path As a part of lens system 9a which constitutes the image formation system 101 is exchanged for other lens system 9b and the incident angle to plane-of-incidence 10a of the chief ray outside a shaft becomes small, it differs in that the deployment of the flux of light was aimed at, and other configurations are the same, and it is **.

[0086] He arranges lens system 9a in an optical path, and is trying for the optical reinforcement of plane-of-incidence 10a of the optical (optical element 8 is not used at this time.) integrator 10, i.e., the optical reinforcement in pupil surface 17a of projection optics 17, to serve as the symmetry of revolution

with the amount of strong core in the 1st condition as lighting at this example.

[0087] And arrange lens system 9b from which a focal distance differs instead of lens system 9a while arranging an optical element 8 (prism members 6a and 6b) in an optical path, change into the 2nd condition, and it is made for the incident angle of the chief ray to plane-of-incidence 10 of optical integrator 10a to become small. He is trying for the optical reinforcement of plane-of-incidence 10a, i.e., the optical reinforcement in pupil surface 17a of projection optics 17, to have a field strong against a circumference part compared with a part for a core.

[0088] Next, the different description from the example 1 on the configuration of this example is explained about a core.

[0089] In drawing 17, a lens system 5 condenses the flux of light from light-emitting part image 1b formed near [4] the 2nd focus, and is injecting it as the parallel flux of light. The image formation system 101 (a lens system 5 and lens system 9a) is a injection side, and serves as a tele cent rucksack. Some [at least] lens systems of a condenser lens 14 have become movable in the direction of an optical axis, and, thereby, are adjusting the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10.

[0090] In this example, it responds to directivity, a resolving line width, etc. of a pattern of a reticle 15. While changing lens system 9a which is a part of image formation system 101 to the optical element 8 and lens system 9b containing the prism members 6a and 6b of two sheets and changing the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 The opening configuration of the converging section material 11 is changed if needed, and the optical intensity distribution of secondary light source images formed in pupil surface 17a of projection optics 17 are changed.

[0091] Next, while changing the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 by using an optical element 8 in this example, the modification approach of the optical intensity distribution of secondary light source images formed in pupil surface 17a of projection optics 17 is explained.

[0092] Drawing 18 and drawing 19 are the important section schematic diagrams when developing the optical path from the ellipse mirror 2 of drawing 17 respectively to the optical integrator 10. The mirror 3 is omitted in drawing 18 and drawing 19. Drawing 18 and drawing 19 show the case where change each element of an optical element 8 and the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are made to change.

[0093] Drawing 18 shows the case where removed lens system 9a for the case where lens system 9a has been arranged in an optical path, by drawing 19, instead the prism members 6a and 6b of an optical element 8 and lens system 9b have been arranged in an optical path.

[0094] The illumination system of drawing 18 is the case (the 1st condition) where projection which seldom mainly needed high resolution but made the depth of focus deep is performed, and is the same lighting as the former. The illumination system of drawing 19 is the case (the 2nd condition) where projection by which it is characterized [of this invention] and which mainly needs high resolution is performed.

[0095] Drawing 18 (B) and drawing 19 (B) show typically the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the OPUTESHI cull integrator 10, respectively. The part of the slash in drawing is the field where optical reinforcement is strong compared with other fields. This drawing shows distribution of the optical reinforcement I in alignment with X shaft orientations.

[0096] Drawing 20 (A), (B), and (C) show typically the situation of the beam of light which carries out incidence to the optical integrator 10 in each system of drawing 18 and drawing 19. **theta shows among drawing the range (include angle) of the beam of light which can carry out incidence to the optical integrator 10 (outgoing radiation can be carried out to the optical integrator 10, without being kicked after incidence). The part of the gridline in **** expresses with the optical integrator 10 the part with optical larger reinforcement than that of the beam of light which carries out incidence.

[0097] Drawing 18 (A) shows the optical arrangement at the time of the usual lighting condition. At this time, the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are distribution near Gaussian distribution as shown in drawing 18 (B), and whenever [that incident angle]

has become like drawing 20 (A). When performing lighting for high resolutions in this condition, there is the approach of inserting the diaphragm 121 which has embarrassment 121a as shown in drawing 21 ahead [of the optical integrator 10 / the back or ahead]. However, since only the flux of light of the slash section of the optical intensity-distribution Fig. of drawing 18 (A) can be used in this case, an illuminance falls remarkably.

[0098] So, in this example, as shown in drawing 19 (A), lens system 9a is exchanged for lens system 9b with a more small focal distance (when the focal distance of lens system 9b is set to f_{9b} , each optical path of prism 6a, lens system 9b and lens system 9b, and plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 is arranged, respectively so that it may be set to f_{9b}), and the optical intensity distribution in plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10 are carried out like drawing 19 (B).

[0099] And as whenever [beam-of-light incident angle] (whenever [incident angle / of an axial outdoor daylight bundle]) becomes small like drawing 20 (C), it is made to carry out incidence to the optical integrator 10 by inserting prism member 6b with a suitable prism include angle just before the optical integrator 10 efficiently. He is trying for this to use most incoming beams as illumination light.

[0100] In this example, lighting for high resolutions is performed by taking optical arrangement like drawing 19 (A) on the basis of the above principles, without seldom dropping the illuminance in respect of an exposure.

[0101] The prism members 6a and 6b prepared in a part of image formation 101 in this example may be multiple drill prism and 4 pyramid prism as shown by drawing 8 other than 4 pyramid prism.

[0102] each lens which constitutes lens system 9a although the case where lens system 9a of drawing 18 (A) which is in the usual lighting condition was exchanged for lens system 9b of drawing 19 (A) which is in the lighting condition for high resolutions in this example was explained -- moving -- the same condition as lens system (zoom-izing) 9b -- you may make -- a part -- zoom-izing -- or you may constitute so that parts may be exchanged.

[0103] Moreover, the drawing 121 for high resolutions as shown in drawing 21 may be attached if needed, and it is not necessary to attach it. Moreover, although the focal distance of lens system 9a is changed in order to change the scale factor of the image formation system 101 in this example, the focal distance of a lens system 5 may be changed and both a lens system 5 and lens system 9a may be changed.

[0104] In this example, if the usual lighting condition (the 1st condition) and the lighting condition for high resolutions (the 2nd condition) are changed, the illuminance homogeneity (illuminance nonuniformity) in respect of an exposure may change to axial symmetry by the difference in the optical intensity distribution of plane-of-incidence 10a of the optical integrator 10. In such a case, by moving some lenses of optical system 14 in the direction of an optical axis, aberration, such as distortion, was changed and the illuminance nonuniformity symmetrical with a shaft in a lighting side is amended.

[0105] In the above-mentioned example, although the reticle 15 is arranged as a lighting side after optical system 14, the image formation system 14 may be arranged between optical system 14 and a reticle 15, and the conjugation side of the reticle 15 in the image formation system 14 may be illuminated.

[0106] Drawing 22 is some important section schematic diagrams of the example 7 of this invention.

[0107] It differs in that this example forms a half mirror 43 between the optical integrator 10 and an irradiated plane 15 compared with the example 1 of drawing 1, and the light exposure in an irradiated plane was detected, and other configurations are substantially the same.

[0108] In drawing 22, 44 is a reticle side, or a reticle and a field [****]. Moreover, 45 is a pinhole and is optically put on the location [****] with the field 44. 31 is photodetectors (CCD, quadrisection sensor, etc.).

[0109] In this example, it can act as the monitor of the effective light source distribution at the core of an irradiated plane by taking such a configuration. Moreover, it is also possible to act to coincidence as the monitor of the light exposure in an irradiated plane in a photodetector 31 in this example.

[0110] In addition, although the case where the half mirror 43 had been arranged between lens system 13a and collimator lens 14b in this example was shown, as long as a half mirror 43 is between the

optical integrator 10 and an irradiated plane 15, it may be arranged anywhere.

[0111]

[Effect of the Invention] According to this invention, the lighting system in which the optimal projection exposure of high resolution is possible, and the projection aligner using it are attained by choosing the illumination system which suited this pattern in consideration of the fineness of the pattern on the reticle side which carries out projection exposure, directivity, etc.

[0112] moreover, the illumination system of the former when exposing the pattern which is not so fine according to this invention -- while remaining as it is and being able to use, when exposing a fine pattern, the effectiveness that the big depth of focus is obtained using the lighting system with which loss of the quantity of light can demonstrate high resolving easily few is acquired.

[0113] Moreover, since the image engine performance can be controlled by deformation of only an illumination system and constraint is not added to projection optics, a lighting system with the effectiveness that the main properties of optical system, such as the property of distortion and the image surface, did not change to adding deformation variously, but are stable in the illumination system, and the projection aligner using it can be attained.

[Translation done.]